



Bærekraftig matproduksjon med søkelys på næringsbalanse og klima

**Studier av den biodynamiske kretsløpsgården
Fokhol Gård og norsk jordbruk 2014-2017**

Artur Granstedt - Nordisk Forskningsring för Biodynamisk Odling

Oversatt og tilrettelagt av
Emil Mohr og Morten Ingvaldsen

InMo DA/Fokhol Gård 2020
www.fokhol.no

Generelt om prosjektet

Utgangspunktet for denne studien har vært en antagelse som deles av stadig flere fagfolk og fagmiljøer, nemlig at det konvensjonelle jordbrukets planteproduksjon og husdyrhold ikke er bærekraftig med hensyn til ressurs- og miljøforvaltning, og heller ikke klimaforsvarlig. Jordbrukets konvensjonelle planteproduksjon er avhengig av kunstgjødsel og kjemisk-syntetiske plantevernmidler. Et intensivt husdyrhold er basert på innkjøp av klimabelastende fôr som for en stor del er importert fra oversjøiske land.

Overskudd av nitrogen og fosforforbindelser i planteproduksjonen fører til eutrofiering (overgjødning) av grunnvann, sjøer og hav. Dette fører igjen til vekst av planteplankton og alger som senere brytes ned med oksygenmangel, fiskedød og områder med døende havbunn som konsekvens. Fremstilling og bruk av kunstgjødsel fører til utslipp av klimagasser, også den sterke drivhusgassen nitrogendioksid (lystgass).

Hensikten med studien har vært å undersøke muligheter for en bærekraftig matforsyning med søkelys på næringsbalanse og klima under norske forhold. Beregning av næringsbalanser og en vurdering av klimakonsekvenser er gjennomført på den 1 116 dekar store biodynamiske kretsløpsgården Fokhol Gård i Stange. Resultatene er sammenliknet med verdier på nasjonalt nivå for norsk jordbruk, som i all hovedsak er konvensjonelt drevet. Sammenlikninger er også gjort med tilsvarende verdier for en representativ biodynamisk kretsløpsgård i Sverige, og med det svenske jordbruket, basert på de samme beregningsmetodene.

Denne presentasjonen viser de viktigste funnene knyttet til studien av Fokhol Gård sett i sammenheng med norsk jordbruk. For å forenkle fremstillingen er det ikke tatt med referanser til tekst, tabeller og figurer som fotnoter. Den delen av prosjektet som sammenligner norsk og svensk jordbruk, er bare delvis omtalt. Den fullstendige prosjektrapporten, «Uthållig matförsörjning med hänsyn till näringshushållning och klimat, studier av den biodynamiska kretsloppsgården Fokhol och norskt jordbruk 2014–2017», kan lastes ned [her](#).

Flere studier viser at matproduksjonens klimapåvirkning utgjør ca. en tredjedel av den totale belastningen fra vårt samlede forbruk, og at matproduksjonens klimapåvirkning må reduseres med minst 80 prosent i løpet av de nærmeste årtier for å oppnå FNs klimamål. Resultater fra denne undersøkelsen indikerer at matproduksjonen i Norge kan innrettes i samsvar med mål i klimaavtalen fra FNs klimakonferanse i Paris i 2015 (COP21) om ikke å overskride 1,5 - 2 graders global temperaturøkning før 2050, og bli klimanøytralt mellom 2050 og 2100.

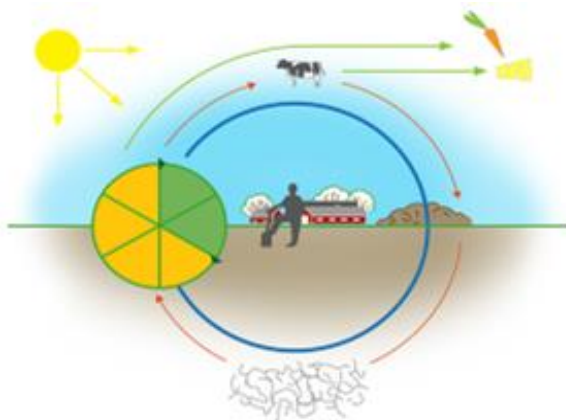
Til grunn for denne studien ligger resultater fra prosjektet BERAS (*Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society*) i periodene 2003–2006 og 2010–2014, delfinansiert fra EU.

I BERAS-prosjektet ble det utviklet en modell for et økologisk kretsløpsjordbruk for Østersjøregionen basert på eksempelgårder i de ni Østersjølandene Sverige, Finland, Estland, Latvia, Litauen, Hviterussland, Tyskland, Polen og Danmark. Målet med et økologisk kretsløpsjordbruk er å minimere forbruket av ikke-fornybare ressurser, redusere utslipp av næringsstoffer til omgivelsene, og redusere utslipp av klimagasser gjennom utvikling av sluttede næringsstoffkretsløp basert på kombinert plantedyrking og husdyrhold. Betydelige fôrinnkjøp skjer også på mange økologiske gårder, og slike driftsopplegg oppfyller ikke krav til selvforsyning med fôr i samsvar med de prinsippene for økologisk kretsløpsjordbruk som ligger til grunn for denne studien.

Ved økologisk dyrking utelukkes bruk av miljøbelastende kjemiske plantevernmidler som kan føre til omfattende skader på det biologiske mangfoldet i natur- og kulturlandskap. Nitrogenforsyningen i et økologisk kretsløpsjordbruk baseres på bruk av flerårig eng med belgvekster integrert i vekstskiftet. Alle gårder i studien har husdyrhold som er tilpasset i omfang slik at hver gård, eller gårder i et samarbeid, er selvforsynt med fôr.

I forsknings- og utviklingsprosjektet BERAS ble til sammen 42 økologiske kretsløpsbaserte eksempelgårder i Østersjølandene studert med sikte på å utvikle kunnskap og erfaring for å bidra til å redde Østersjøen fra overgjødning.

Økologisk kretsløpsjordbruk, slik det er definert i BERAS-prosjektet, følger definisjoner og regler som gjelder for sertifisert økologisk jordbruk, men med den forskjell at dyr inngår på alle gårder – eller på gårder i samarbeid –, og at antall dyr tilpasses tilgang på egne beiter og egen fôrproduksjon fra eng med belgvekster. Flerårige engkulturer, markert med grønt i illustrasjonen under, viser at husdyrholdet i hovedsak baseres på grovfôr. Andelen salgsprodukter til konsum er markert med gult.



Prinsipper for et økologisk kretsløpsjordbruk kan oppsummeres slik:

- ✓ *Allsidige vekstskifter med flerårige nitrogenfiksenende engvekster med dyptgående rotsystem, som bygger humus, og som motvirker mineralisering av jordens organiske struktur.*
- ✓ *Kombinert plantedyrking og husdyrhold som i omfang er tilpasset fôrproduksjonen på egen gård, eller på gårder i samarbeid, for å oppnå et kretsløp av organisk substans og plantenæringsstoffer.*
- ✓ *Bruk av husdyrgjødsel på gårdsnivå med minst mulig tap av organisk materiale og plantenæring.*
- ✓ *Kultivering av jord på en måte som fremmer jordboende organismer, jordens fruktbarhet, og jordens innhold av organisk materiale og evne til karbonbinding.*

Forsyningen av plantenæringsstoffer bygger på størst mulig grad av tilbakeføring av næringsstoffer, vekstskifter med flerårige belgvekster som har dype rotsystem, kultiverende tiltak som fremmer det biologiske livet i jorden, samt biologisk fiksering av nitrogen fra luften.

Denne studien er gjort som en del av prosjektet «Klimaregnskap for norsk landbruksproduksjon – kunnskapsstatus og vurdering av tiltak. Næringsbalanseberegninger for Fokhol Gård. Hvordan kan kretsløpsprinsipper tilpasses i praktisk gardsdrift og i et bærekraftig kosthold?»

Prosjektet er etablert på initiativ fra Ole Erik Siem og er finansiert av Stiftelsen Eir. Prosjektet er planlagt og gjennomført som et samarbeid mellom Stiftelsen Fokhol Gård, NORSØK v/ Grete Lene Serikstad, Biodynamiska Forskningsinstituttet i Järna v/ Artur Granstedt, og Forpakterlaget Fokhol Gård.

Prosjektet har vært todelt. Grete Lene Serikstad har vært ansvarlig for den del av prosjektet som har bestått i en sammenstilling av studier og kunnskaper om effekter av økologisk landbruk når det gjelder utslipp og lagring av klimagasser. Den del av studien kan leses [her](#).

Den andre delen av prosjektet, og som denne rapporten omhandler, er studiene på Fokhol Gård med prøvetaking, innsamling av data, samt beregninger av næringsstoffbalanser og jordbrukets klimapåvirkning. Ansvarlig for dette arbeidet er Artur Granstedt ved Biodynamiska Forskningsinstituttet i Järna, og han har også forfattet hovedrapporten som denne sammenstillingen bygger på. De driftsansvarlige på Fokhol Gård, Rune Myrseth og Inger Ivarrud, har bidratt med data fra driften. Originalrapporten kan lastes ned [her](#).

Når beregninger av næringsstoffbalanser på Fokhol Gård sammenholdes med hele det norske jordbruket må det selvsagt tas forbehold knyttet til klima, jordtype o.a. En slik sammenstilling gir likevel en pekepinn om muligheter som ligger i endring av driftsinnretning.

Viktige funn

Studier av den biodynamiske kretsløpsgården Fokhol Gård i perioden 2014-2017 viser at en betydelig reduksjon av ressursinnsatsen og overskuddet av plantenæringsstoffer er mulig ved å tilpasse driftsopplegget til grunnleggende økologiske prinsipper for kretsløpsjordbruk. Også klimapåvirkningene viser seg å være lavere på Fokhol Gård relatert til norsk jordbruk, basert på beregninger av utslipp per arealenhet (nesten 40 prosent lavere utslipp).

I litteraturstudien som ble gjort forut for denne undersøkelsen var konklusjonen at i de fleste metaanalyser med sammenstilling av resultater av klimagassutslipp fra ulike driftsformer, var klimabelastningen fra økologisk produksjon lavere sammenliknet med konvensjonell drift regnet per arealenhet. Flere studier viste derimot høyere utslipp per produsert enhet i økologisk produksjon. Studien av Fokhol Gård viser imidlertid lavere utslipp, også relatert til produsert mengde.

Klimabelastningen fra arealene på Fokhol Gård ble anslått å være mer enn 60 prosent lavere sammenliknet med gjennomsnittet for norsk jordbruk, regnet per megajoule i matvarer. Klimabelastende utslipp av metangass fra dyrenes fordøyelse, og utslipp av nitrogenforbindelser fra jord, planterester og gjødsel, antas helt eller delvis å bli kompensert av karbonbinding i jord med biodynamiske dyrkingssystemer. Tilsvarende fremgår også fra andre forsøk hvor det inngår flerårig eng i vekstskifte med åkervekster og tilførsel av kompostert husdyrgjødsel.

For å kunne oppnå et tilnærmet fossilfritt jordbruk kreves det også at jordbrukets trekkraft er basert på fornybar energi. Biogass, vind- og solenergi er eksempler på fornybare energikilder som det er behov for at jordbruket benytter seg av.

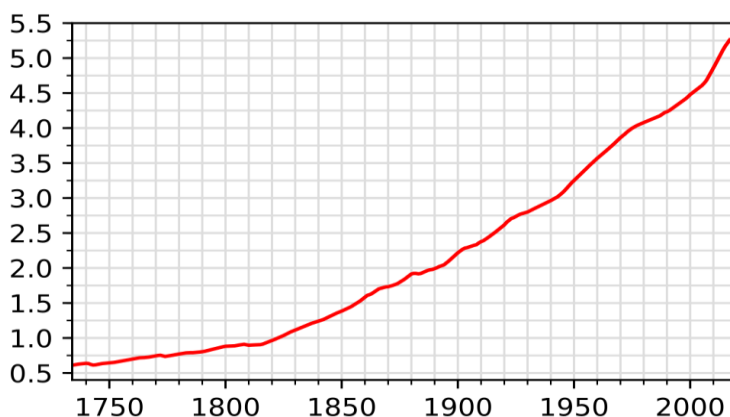
Beregninger viser at Fokhol Gårds matproduksjon kan dekke behovet for 600 -700 personer på årsbasis, forutsatt et kosthold som er basert på produkter fra den allsidige og grovfôrbaserte produksjonen av melk og kjøtt, samt matkorn og andre kornprodukter, rotfrukter, poteter og grønnsaker. En økning av proteinrike vekster til mat vil ytterligere kunne fremme gårdens muligheter for matproduksjon til konsum. En slik tilpasning på flere gårder vil kunne øke Norges selvforsyning av mat basert på lokale og fornybare ressurser. Langt på vei bør det være mulig i flere områder i landet selv om forutsetningene må anses å være spesielt gunstige på Fokhol Gård med hensyn til jordsmonn og klima.

Med en omstilling av jordbruket basert på en større selvforsyningsgrad av fôr og gjødsel, og en allsidig produksjon tilpasset aktuelle dyrkingsbetingelser, vil det være mulig å redusere klimapåvirkningen fra jordbruket i betydelig grad. En endring i måten maten produseres på er påkrevd, jf. nødvendigheten av en reduksjon av vår samlede klimapåvirkning med minst 80 prosent for å nå FNs klimamål i 2050. Flere tilsvarende studier, og under ulike betingelser, burde prioriteres høyt for å kunne verifisere resultater som har fremkommet i denne studien. Slike studier vil kunne bidra til å gi grunnlag for en endring av jordbruket og vårt matforbruk i større skala.

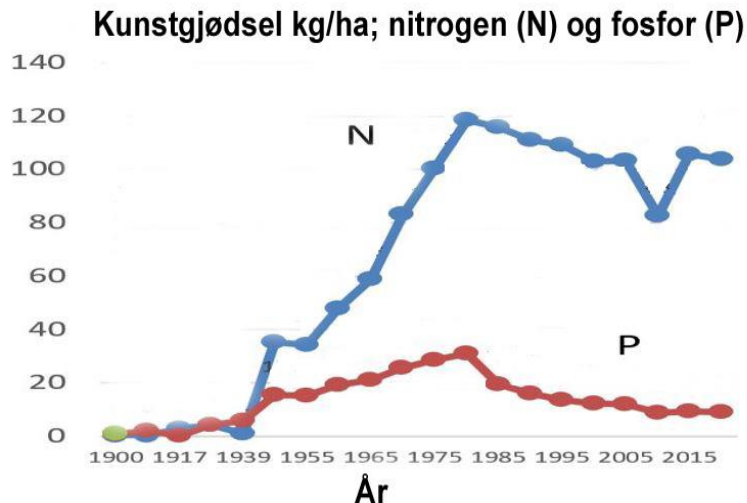
En endring av hele jordbruket med Fokhol Gård og lignende gårder som eksempler ville innebære at vi også kan avverge andre trusler mot jordens og derved vår egen framtid. Slike trusler er den pågående utarming av det biologiske mangfoldet, reduksjon av matjordens fruktbarhet og framtidige produksjonsmuligheter i et globalt perspektiv, overgjødning av sjøer og hav, samt forbruk av ikke-fornybare ressurser. Flere dimensjoner knyttet til jordbrukets driftsformer, men som ikke blir omtalt i denne studien, er av betydning for matjordens og matens kvalitetsegenskaper med konsekvenser for dyrs og menneskers helse.

Bakgrunn og metoder – økologiske forutsetninger for et ressursforsvarlig jordbruk

Norges befolkning vokste fra én til tre millioner i perioden 1820 til 1940 (figur 1a). Dette var i en tid før kunstgjødning for alvor ble tatt i bruk i jordbruket (figur 1b). Allsidige vekstskifter med eng og nitrogenfikserende belgvekster, kombinert med plantedyrking og husdyrhold, gjorde en tilstrekkelig basisproduksjon av mat mulig.

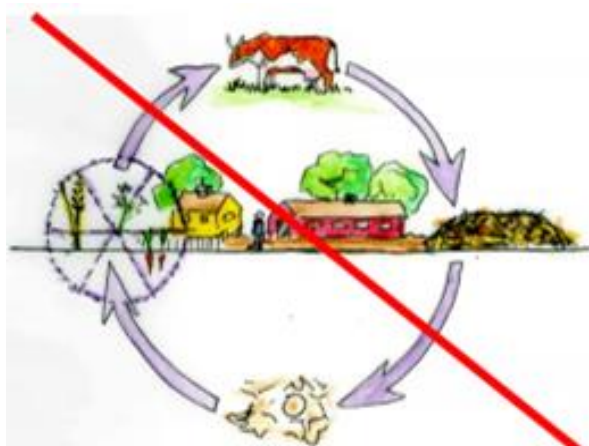


Figur 1a. Befolkningsutviklingen i Norge. Bearbeiding av oversikter fra SSB (Statistisk Sentralbyrå). Kunstgjødning ble for alvor tatt i bruk etter 2. verdenskrig.



Figur 1b. Bruk av nitrogen og fosfor som gjødselmidler i norsk jordbruk fra år 1900. Bearbeiding av oversikter SSB (Statistisk Sentralbyrå).

En tilsvarende utvikling skjedde i Sverige, Danmark og Finland i takt med den tekniske utviklingen, foredling av plantesorter, og avlsarbeidet innen husdyrhold. Og nettopp husdyrhold, som var på nærmest alle gårder, var en forutsetning for det som langt på vei var sluttete kretsløp av plantenæringsstoffer og med en balanse mellom antall dyr og areal med nitrogenfiksenende engkulturer i vekstskiftet. Det var denne jordbruksmessige strukturen og dette kretsløpet som ble brutt da kunstgjødningen ble tatt i bruk utover på 1900-tallet, se figur 2 under.



Figur 2. Introduksjon av kunstgjødning innebar at det kretsløpsbaserte jordbruket ikke kunne opprettholdes. I stedet ble det kunstgjødselbaserte korngårder og spesialiserte husdyrhold som er avhengig av import av fôr fra andre regioner i Norge og fra utlandet.

For vår felles fremtid vil det være av betydning å studere potensialet i å reetablere et kretsløpsbasert jordbruk med sikte på å kunne forsørge befolkningen med fullverdige næringsmidler i et tilstrekkelig omfang, og samtidig gjøre oss mer uavhengig av fossile ressurser, eliminere matproduksjonens belastning på klimaet, og ta vare på det biologiske mangfoldet. Med begrensede mengder næringsmidler til stadig flere mennesker vil det være et stort behov for høy kvalitet og næringsverdi i den maten som produseres.

I BERAS-prosjektet ble det i 2010 arbeidet med selve omleggingsprosessen på gårdsbruk og med hele matvarekjeden fra jord til bord. Her ble det påvist hvordan omlegging av arealer til økologisk produksjon i kombinasjon med øvrige miljøforbedrende tiltak, både innen jordbruket og i samfunnet, vil kunne bidra til en betydelig redusert tilførsel av plantenæringsstoffer til Østersjøen.

Samtidig ble det vist hvordan en gjennomgripende omlegging av kostholdet, generelt tilpasset produksjonsopplegg i økologisk kretsløpsjordbruk, vil kunne føre til en reduksjon av klimabelastningen med minst 80 prosent. Det tilsvarer FNs klimamål. Et slikt kretsløpsjordbruk vil også skåne miljøet for dagens skadelige bruk av kjemiske plantevernmidler som utgjør en trussel mot pollinerende insekter og mot det øvrige biologiske mangfoldet i natur- og kulturlandskapet.

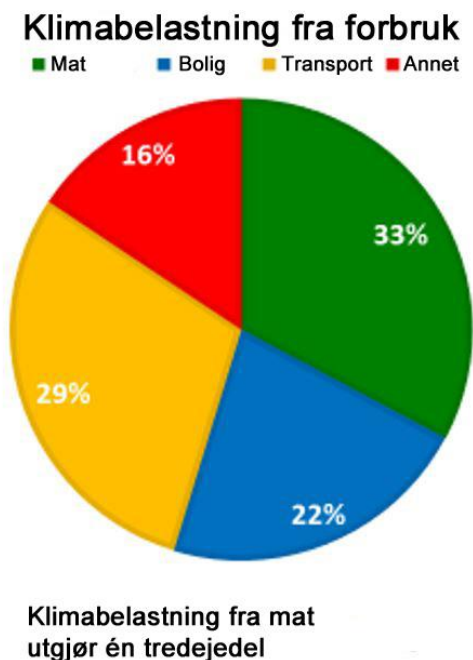
Forbruksrelatert klimabelastning og matproduksjonens andel

Klimabelastningen per person fra alle menneskelige virksomheter (antropogene utslipp) har ulike nivåer i ulike land. Globalt må vi ned på det nivået som fortsatt gjelder i mange utviklingsland for å kunne klare å nå nødvendige klimamål.

Det som det vises til i denne rapporten er bare utslipp fra kilder innenfor ulike lands grenser, såkalte *territorielle utslipp* som kommer fra foredlingsvirksomhet, oppvarming, transport og annet, og som også omfatter klimagasser fra jordbruket. Befolkningens forbruk består imidlertid også av varer fra andre land som har gitt opphav til utslipp av klimagasser med drivhuseffekter der de produseres.

Å rapportere på den samlede klimabelastningen fra forbruk er spesielt viktig på matvareområdet i land som Norge der nettobelastningen på klimaet består av en betydelig andel importerte matvarer, og der den innenlandske produksjonen også baseres på importerte produksjonsmidler som mineralgjødsel, drivstoff og fôr. I motsetning til i Sverige er slike nettoberegninger av klimabelastning fra forbruk til nå ikke utført i Norge. En beregning av klimabelastning fra matforbruk, som også inkluderer importerte ressurser, skal publiseres i begynnelsen av 2021 ifølge Miljødirektoratet.

Figur 3 viser netto klimabelastning fra forbruk, korrigert for import og eksport, fordelt på ulike kategorier i Sverige i 2015. Figuren er basert på beregninger som er publisert av det svenske *Naturvårdsverket*. Matforbrukets andel utgjør ca. en tredjedel. Trolig er matforbrukets andel i Norge minst like stort.



Figur 3. Klimabelastning fra forbruk i Sverige i 2015, fordelt på ulike kilder.

Beregninger for Fokhol Gård, som omtales i denne rapporten, etterfølger en litteraturstudie av økologisk landbruk og klimagassutslipp, gjennomført av NORSØK v/ Grete Lene Serikstad. Resultater fra denne studien bør ses i sammenheng med det som fremgår av andre undersøkelser.

I litteraturstudien fra NORSØK konkluderes det som tidligere nevnt med at i de fleste metaanalyser av klimagassutslipp fra ulike driftsformer i landbruket er det en lavere klimabelastning fra økologisk drift sammenlignet med konvensjonell, regnet per dekar dyrket jord. Dersom beregningene i stedet gjøres for utslipp per produsert enhet blir resultatet motsatt med like store eller større utslipp fra økologisk produksjon. Dette forklares med lavere avlinger per arealenhet.

I rapporten fra NORSØK beskrives det også at store forskjeller er dokumentert mellom gårder og driftsformer innen økologiske bruk, herunder hvordan ulike dyrkingstiltak påvirker driftsopplegg som er sammenlignet. Biodynamisk drift, slik den er innrettet på Fokhol Gård med balanse mellom et grovfôrbasert, selvforsynt husdyrhold og en planteproduksjon som omfatter både matkorn og grønsaker, inntar en særstilling. Den skiller seg fra mange andre økologiske driftsopplegg som kan være svært spesialiserte og slik sett ligne mer på konvensjonelle driftsopplegg.

Valget av Fokhol Gård som studieobjekt er begrunnet i at den er en av få gårder i Norge med en betydelig størrelse som oppfyller de kriteriene som legges til grunn for bruk av betegnelsen økologisk kretsløpsgård, jf. prinsippene som er omtalt i innledningen. Gården har en allsidig drift som omfatter aktuelle basismatvarer, og den har blitt drevet etter de samme prinsippene over lengre tid.

Mot dette valget kan det anføres at Fokhol Gård er lite representativ som eksempel og som grunnlag for en sammenligning med det øvrige jordbruket fordi gården ligger i et av Norges mest fruktbare jordbruksområder der produksjonsresultatene jevnt over er bedre enn det som er tilfellet for gårder i andre områder. Dette blir vurdert og drøftet senere i denne rapporten. Det er ønskelig med flere gårdseksempler og tilsvarende gårdsstudier for å få et mest mulig realistisk bilde av muligheter for et fremtidig miljøvennlig, ressursbevarende og samtidig produktivt norsk jordbruk.

Studiens formål, innretning og metodebruk

Formålet med studien, som presenteres i denne rapporten, er å beskrive hvordan kretsløpsprinsippene kan realiseres på en praktisk måte i jordbruket med sikte på å legge til rette for en bærekraftig matforsyning.

Beregninger av næringsstoffbalanser og klimakonsekvenser har blitt gjennomført på Fokhol Gård, og resultater er sammenstilt med middelverdier for norsk jordbruk som i all hovedsak drives etter konvensjonelle prinsipper.

Tilgjengelig jordbruksstatistikk fra SSB (Statistisk Sentralbyrå) har dannet grunnlaget for beregninger av næringsstoffbalanser og klimakonsekvenser for et samlet norsk jordbruk. Innsamling av data fra Fokhol Gård danner grunnlaget for tilsvarende beregninger på gårdsnivå. Beregninger av næringsstoffbalanser er gjort med de metodene som har vært brukt i studier i Østersjøprosjektet BERAS (Granstedt 2008).

Klimaberegningene er gjennomført i samsvar med *IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories*, som er tilpasset for bruk i Sverige gjennom rådgivingsprogrammet *Greppa Näringen*. Beregninger av biogene utslipp kan justeres i samsvar med data som fremkommer i forsøk. Det har vært vesentlig å bruke den samme metoden konsekvent slik at sammenligningsgrunnlaget er stabilt selv om verdistørrelser kan endres gjennom ny kunnskap.

Beregning av næringsstoffbalanser

Det brukes ulike beregningsmetoder for næringsstoffbalanser. Beregninger på skiftenivå benevnes «Gross Nutrient Balances». De anvendes i OECD og blir innrapportert av medlemslandene til EU og FAO (FNs mat- og landbruksorganisasjon). Prinsippene for beregning av skiftebalanser fremgår av figur 4. Offisiell statistikk, basert på oversikter fra bønder i de respektive land, kan være mindre pålitelig enn oversikter basert på handelsstatistikk og innsamlede data fra regnskapsrapporter på gårdsnivå.

I denne studien er det i all hovedsak gårdsbalanser som vist i figur 4 som blir presentert. De er basert på innsamlede gårdsdata og offisiell statistikk over innkjøpte produksjonsmidler og salgsprodukter fra jordbruket. Beregningene er gjort i samsvar med det svenske rådgivningsprogrammet *Greppa Näringen* og beregningsverktøyet *VERA* som er anvendt der. Dette verktøyet, som er lisensiert av det svenske Jordbruksverket, har også blitt brukt til å bestemme standardverdier for plantenæringsinnhold i aktuelle produksjonsmidler og planteprodukter. Denne beregningsmåten er valgt for å ha det samme enhetlige grunnlag som er brukt i Østersjøprosjektet BERAS, fremfor å bruke beregninger som er vanlig i norsk sammenheng. Det betyr ingen nedvurdering av norske beregningsmåter. Men for å kunne bedømme og sammenholde resultater i lys av erfaringsgrunnlaget fra BERAS når det gjelder økologisk kretsløpsjordbruk, er samme metodikk anvendt som i Østersjøprosjektet.

Verdiene for botanisk sammensetning og avlinger er basert på prøvetaking av høstet eng i felt på Fokhol Gård ved samtlige grasslåtter i perioden 2014-2017. Dette har også gitt grunnlag for beregninger av den biologiske nitrogenfikseringen.

Flyten av plantenæring gjennom gårdsøkosystemet er beregnet i samsvar med studier som forfatteren har gjort tidligere. Disse omfatter fordøyelsen av plantenæringen hos dyr, utslipp og tap av ammoniakk fra husdyrholdet, tap fra husdyrgjødselen som lagres på gjødselplattingen ved fjøset, og tap gjennom kompostering. På dette grunnlaget er det også gjort et estimat av planteproduksjonens størrelse i samsvar med de nevnte forutsetningene.

Effektivitetsmålinger for plantenæringsutbytte og kretsløpseffektivitet er beregnet som et mål på hvor stor andel plantenæring som sirkulerer innen gårdssystemet, såkalt *circulation factor* og *primary nutrient balance*, utviklet av forskeren Pentti Seuri. Det er denne beregningsmåten som er brukt for å sammenstille data fra Fokhol Gård med norsk jordbruk. Data fra året 2018 har blitt utelatt fra sluttrapporten både i den nasjonale delen og i den gårdsbaserte delen av studien som følge av ekstrem tørke som i noen sammenhenger førte til en halvering av avlingene på nasjonalt nivå. Beregningene for det totale norske jordbruket viste godt samsvar med beregninger som er gjort tidligere med hensyn til hva som medregnes som anvendte ressurser i jordbruket.

For å muliggjøre en sammenstilling av gårdsnivå og nasjonalt nivå har alle verdier blitt omregnet til plantenæringsstoffer per dekar og per kilo produsert matvare regnet som protein og energi uttrykt i kilojoule (kJ).

Næringsstoffbalanser

Viser balanse mellom overskudd respektive underskudd av næringsstoffer for enkeltskifter, for hele gårder, eller for et helt land

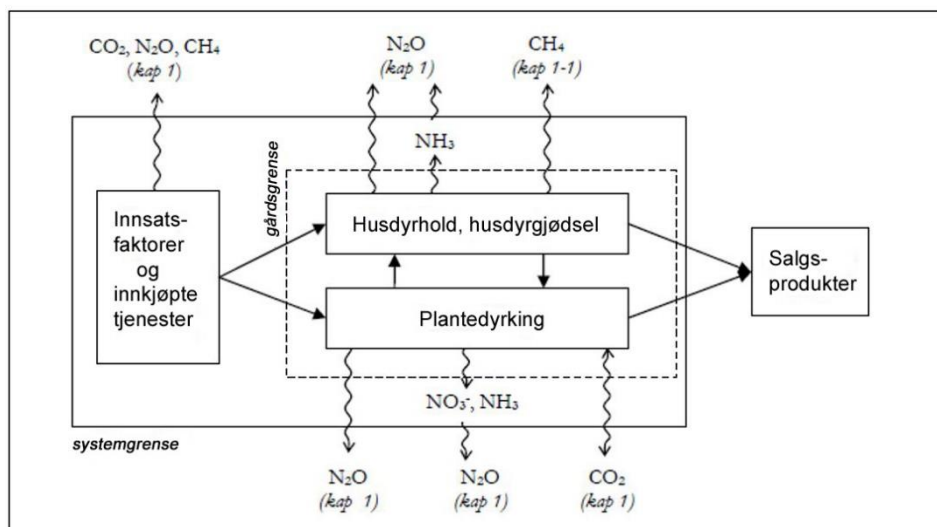


Figur 4. Prinsipper for beregning av næringsstoffbalanser med overskudd respektive underskudd for enkeltskifter, gårdsenheter eller land.

Klimaberegninger

Hensikten med klimaberegningene er å estimere matproduksjonens klimapåvirkning på gårdsnivå for den biodynamiske gården Fokhol Gård, sammenstilt med gjennomsnittet for norsk jordbruk i perioden 2014-2017. Inngangsverdier for beregningene inkluderer utslipp av klimagasser, både fra jordbrukets plantedyrking og husdyrhold, og fra fremstilling og transport av innsatsmidler til produksjonen som mineralgjødning og innkjøpte fôrmidler. Beregningsmetoden er i samsvar med det som inngår i livsløpsanalyser for jordbruket (LCA - Berglund m.fl. 2009), basert på studier av utslipp fra husdyrhold, husdyrgjødning og plantemateriale, samt anbefalinger for nasjonal rapportering av klimautslipp i samsvar med IPCC 2006.

Innsamlede data og beregninger omfatter klimapåvirkninger fra jordbruksproduksjonens ulike ledd frem til plante- og husdyrproduktene forlater gården som vist i figur 5. Bare innsatsfaktorer og prosesser som gjelder gårdsdriften og produksjonen på gården er medregnet. Produksjon av og slitasje på bygninger og maskiner, som også forårsaker utslipp av klimagasser, inngår ikke i beregningene.



Figur 5. Systemgrenser for prosesser som inngår i beregningen av jordbrukets klimapåvirkning i henhold til Berglund m. fl. (2009). Rette piler viser stoff- eller energiflyt, og de bølgede pilene viser utslipp av HCO_2 , N_2O , CH_4 , NH_3 og NH_3 i samsvar med det som beskrives i rapporten.

Produksjonsmetodenes innvirkning på jordens innhold av organiske substanser, og binding eller utslipp av karbonforbindelser forbundet med dette, er ikke medregnet fordi jordsmonnstudier ikke har inngått i prosjektet.

For å kunne danne seg et bilde av hvordan ulike dyrkingssystemer påvirker den organiske substansen i jorden er norsk jordbruk fortsatt henvist til studier som har blitt gjennomført i andre land som Sverige, Tyskland og Sveits, og som er omtalt i litteraturstudien som Grete Lene Serikstad ved NORSØK har gjennomført.

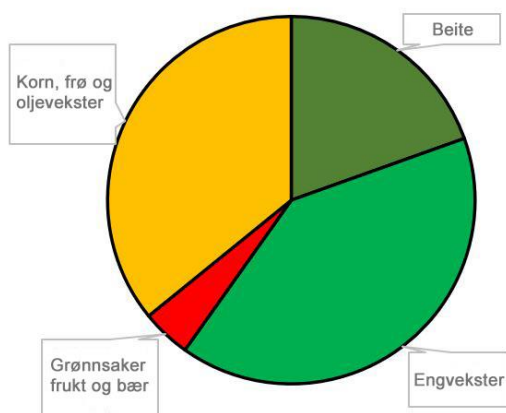
For å kunne sammenligne ulike dyrkingssystemers miljøpåvirkning på gårdsnivå og på nasjonalt nivå, er verdier for både næringsstoffbalanser og utslipp av klimagasser relatert til arealenheter (hektar/dekar). Utslipp av klimagasser har også blitt relatert til mengden produserte næringsmidler i form av omsettelig energi (MJ megajoule) og protein (kg protein) per arealenhet.

Sammenlignende studier

Norge har siden 1950-tallet økt importandelen av næringsmidler, både til konsum og til fôrmidler. Jordbrukets produksjon, og arealfordelingen mellom ulike vekster, avspeiler derfor ikke lenger forbruksbehovet. Norsk jordbruk dekker i det store og hele innenlandsk behov for husdyrprodukter, men fôrbehovet som ligger til grunn for den nasjonale produksjonen dekkes i betydelig grad av importert kraftfôr.

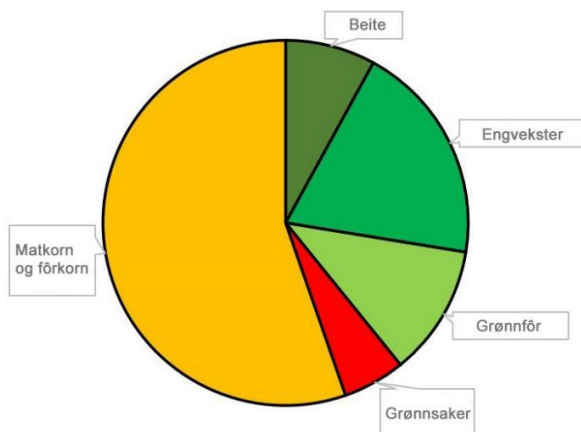
Behovet for grovfôr dekkes imidlertid av norsk produksjon. Dette gjenspeiles i den store andelen fulldyrket areal som brukes til engvekster. Denne andelen er stor sett i forhold til andre land. Fordelingen på hhv åker- og engareal i Norge og på Fokhol Gård fremgår av figur 6a og 6b.

Norge 2014-2017, fulldyrket areal 995 603 ha



Figur 6a. Fordeling av jordbruksarealer i Norge i 2017 (9 956 030 dekar), hvorav 80 % var fulldyrket og 20 % var innmarksbeite og overflatedyrket areal. Mer enn halvparten av det fulldyrkede arealet ble benyttet til engvekster, nesten 40 % til korn, frø og oljevekster, og resten til grønnsaker, frukt og bær (SSB – Statistisk Sentralbyrå/Norge 2018).

Fokhol Gård 2014-2017, fulldyrket areal 111,6 ha



Figur 6b. Fordelingen av jordbruksarealer på Fokhol Gård (1 116 dekar), hvorav 92 % er fulldyrket areal og bare 8 % innmarksbeite. Litt i overkant av 32 % av det fulldyrkede arealet ble benyttet til grovfôrvekster fordelt på flerårig eng (20 %) og ettårig grøntfôr (12 %). Resten var arealer til matkorn/førkorn (55 %) og grønnsaker (5 %).

Fokhol Gård

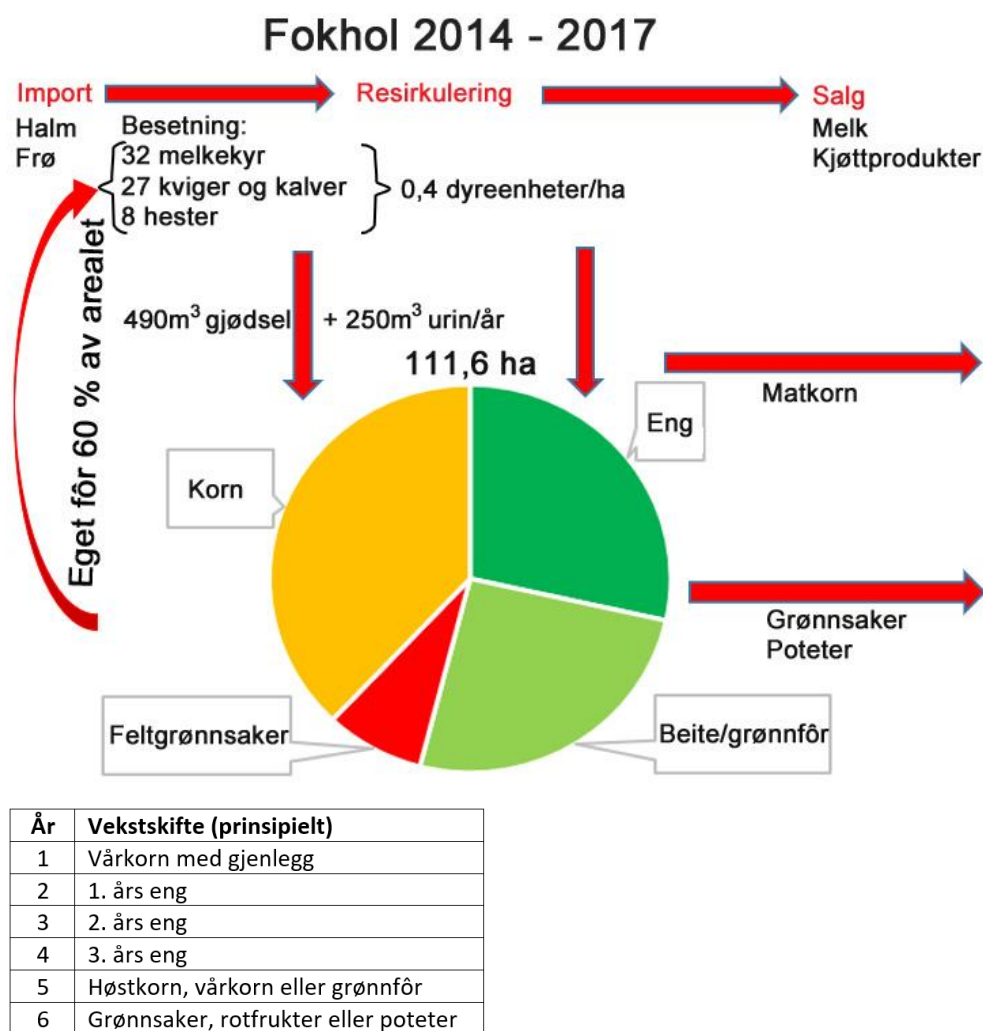
Fokhol Gård ligger i Stange kommune i et flatbygdsområde på fruktbar morenejord, ca. 100 km nord for Oslo, på østsiden av Norges største innsjø Mjøsa, og ca. 10 km sør for Hamar i Innlandet fylke. Fokhol Gård er avbildet på rapportens omslag. Landskapet og det geologiske underlaget består av kambrosiluravsetninger med varierende innslag av lett forvitrelig kalkstein og leirskifer, og gården ligger 120 til 225 meter over havet.

Fokhol Gård skiller seg fra det gjennomsnittlige norske jordbruket med en produksjon som retter seg mot en allsidig matforsyning med både planteprodukter direkte til konsum og førvekster (hovedsakelig grovfôr til eget husdyrhold). Jordbruket drives i samsvar med et økologisk kretsløpsjordbruk som er selvforsynt med både fôr og gjødsel. Det benyttes også preparater som er karakteristisk for biodynamisk drift for behandling av gjødsel og på jord og vekster.

Vekstskiftet er i prinsippet 6-årig hvor første år er vårkorn med gjenlegg, etterfulgt av tre år med kløvereng, deretter etterfulgt av høstkorn, vårkorn eller grøntfôr, og siste året med feltgrønnsaker og poteter. I praksis blir det fra år til år til dels betydelige avvik fra den skisserte skifteplanen som følge av varierende dyrkingsbetingelser.

Det gjennomsnittlige husdyrholdet for perioden er beregnet til 0,4 dyreenheter per hektar (10 dekar). Dette gir en årlig produksjon av husdyrgjødsel på 490 m³ og av urin på 250 m³.

Gjødsel og urin fra inneføeringsperioden i fjøset føres tilbake til jord og planteproduksjon. Inneføeringsperioden varer i ca. 8 måneder. Gjødselen blandes med halm fra korndyrkingen som strømiddel, lagres på gjødselplata utenfor fjøset, og komposteres i minst tre måneder før den spres på skifter som skal benyttes til grønnsaker, poteter og matkorn. Urinet drenerer ned i en kum under fjøset. Det som renner av gjødselen på gjødselplaten pumpes inn i den samme kummen. Beitene gjødsles av beitende dyr i ca. 4 måneder fra mai til august.



Figur 7. Innkjøp, produksjon, resirkulering og salg av produkter til konsum på den biodynamiske kretsløpsgården Fokhol Gård i perioden 2014-2017. Sirkeldiagrammet viser at ca. 60 % av arealet benyttes til selvforsyning av fôr til husdyrholdet som produserer melk og kjøtt og som tilsvarer 0,4 dyreenheter per hektar. På det øvrige arealet produseres det matkorn, grønnsaker og poteter. Andelen engvekster for vinterfôr er angitt med mørkegrønn farge, andelen beite/grønnfôr med lysegrønn farge, feltgrønnsaker med rød farge, og korn til mat og fôr med gul farge.

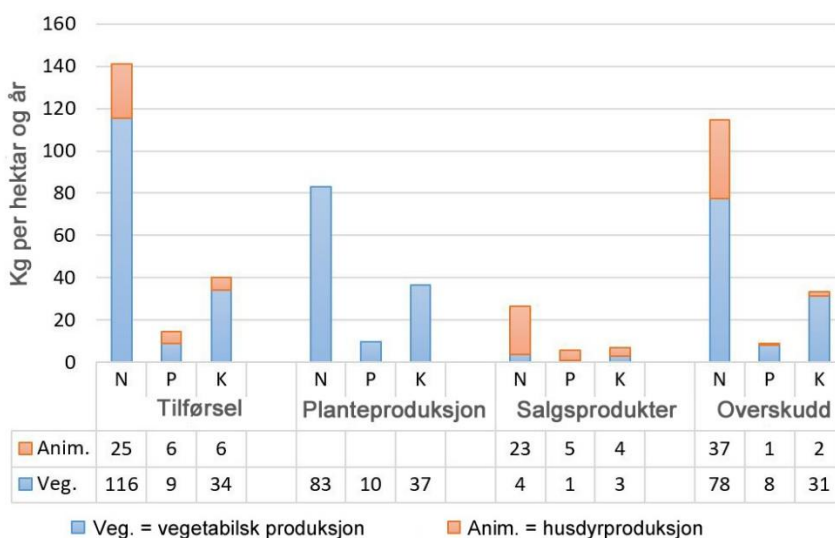
Datainnsamling

I forsøksperioden 2014-2017 ble data fra gårdsdriften på Fokhol Gård samlet inn i nært samarbeid med de driftsansvarlige, Rune Myrseth og Inger Ivarrud. I 2019 ble resultatene bearbeidet og sammenstilt i denne rapporten. For å beregne den biologiske nitrogenfikseringen, og for å bestemme den botaniske sammensetningen og mengden biomasse, ble det tatt prøver av engavlinger i felt i sammenheng med slåtter og innhøsting. Som grunnlag for beregningene har data fra årene 2014-2017 blitt anvendt.

Næringsstoffbalanser for norsk jordbruk

Næringsstoffbalanser i form av total tilførsel og bortføring av nitrogen, fosfor og kalium i kg per dekar for norsk jordbruk fremgår av figur 8.

Næringsstoffbalanser, norsk jordbruk 2014 - 2017

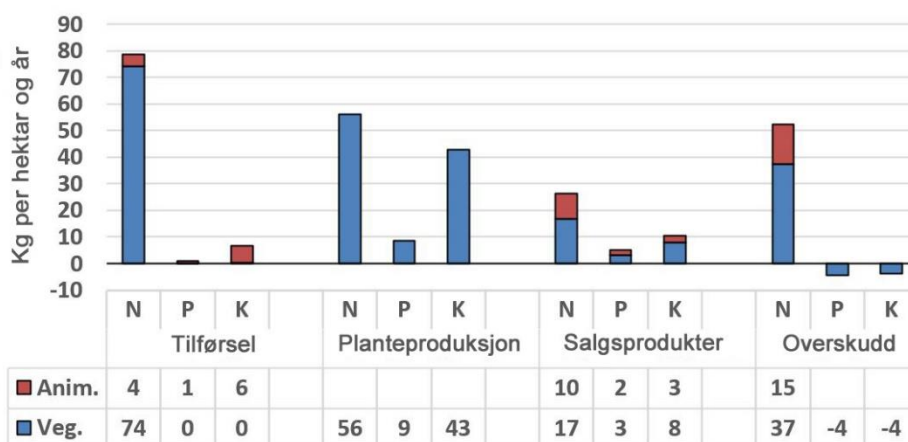


Figur 8. Beregning av næringsstoffbalanser for norsk jordbruk basert på samlet jordbruksareal, ca. 9 950 000 dekar, angitt i kg nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) per hektar og år i form av tilførsler, høstet planteproduksjon, salgsprodukter og overskudd for perioden 2014-2017.

Næringsstoffbalanser på gårdsnivå

Næringsstoffbalanser beregnet for Fokhol Gård i perioden 2014-2017 fremgår av figur 9. Av samlet nitrogenoverskudd anslås at 15 kg N/hektar består av ammoniakktap, mens resten antas å bestå av tap gjennom avrenning, denitrifikasjon og immobilisering ved dannelse av organisk substans i jorden i år med engvekster.

Næringsstoffbalanser, Fokhol Gård 2014 - 2017



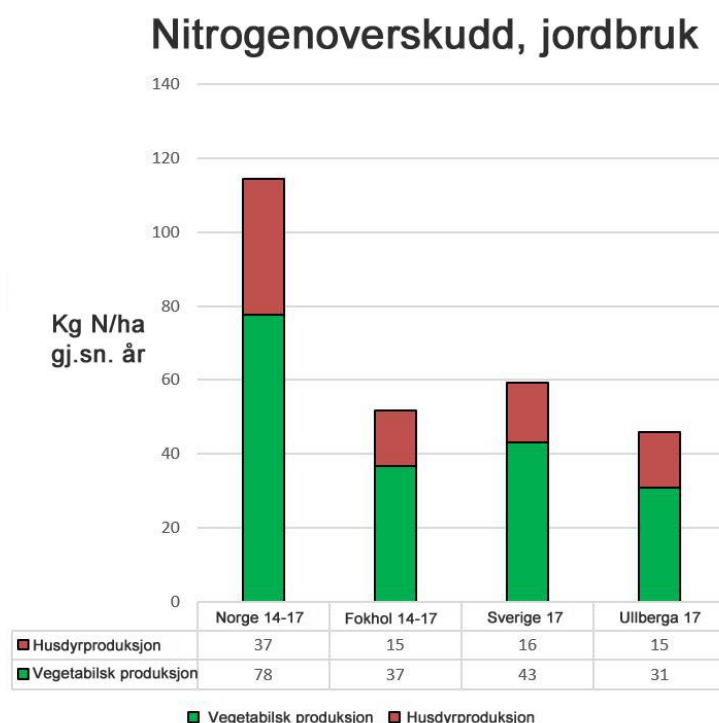
Figur 9. Næringsstoffbalanser for Fokhol Gård i perioden 2014-2017 i form av nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) per hektar og år som tilførsler, i høstet planteproduksjon, i salgsprodukter og som overskudd.

Næringsstoffbalansen for Fokhol Gård i perioden 2014-2017 viser en beregnet planteproduksjon tilsvarende 5,2 kg nitrogen (N) per dekar og år. Dette er 2,7 kg mindre enn den tilsvarende beregnede produksjonen for norsk jordbruk. Balanseberegningene, som inkluderer tilførsel av nitrogen gjennom biologisk nitrogenfiksering, viser et nitrogenoverskudd på 5,3 kg per dekar. Dette er mer enn 50 prosent lavere enn i det gjennomsnittlige norske jordbruket der tilførselen skjer gjennom biologisk nitrogenfiksering og kunstgjødsel.

Næringsstoffbalansen viser et underskudd av fosfor på 0,4 kg per dekar og et underskudd av kalium på mer enn 0,4 kg per dekar. Disse underskuddene blir enda større om avrenning også medregnes. Slike underskudd fører ikke til «rovdrift» fordi effekter av driftsformen medfører frigjøring av jordens bundne fosfor- og kaliumressurser. Slik frigjøring av mineralressurser er et resultat av dyptgående rotsystem hos engvekster, og jordkjemiske og biologiske prosesser gjennom tilrettelagte dyrkingsopplegg.

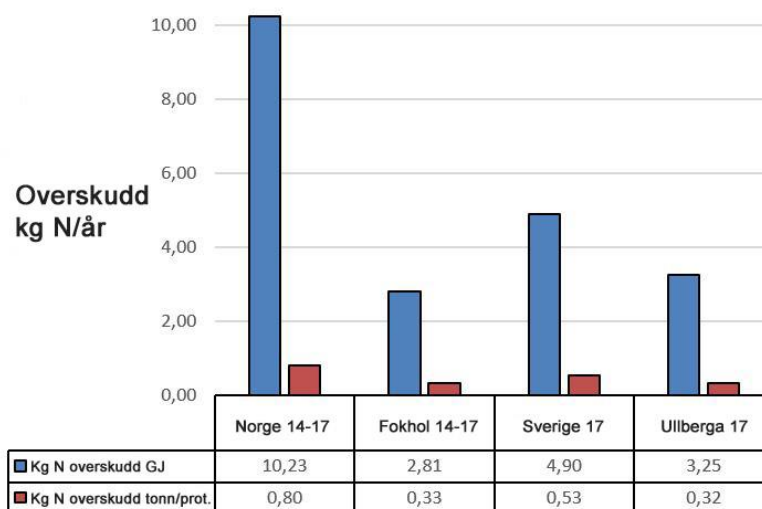
Eksporten av fosfor i plante- og husdyrprodukter kompenseres til en viss grad av importert mineralfôr, halm til strø i husdyrholdet (fra nabogårder), såkorn og såfrø.

I figur 10 sammenstilles nitrogenoverskuddet fra arealer og husdyrhold i Norge og Sverige, og fra to biodynamiske kretsløpsgårder i hhv Norge (Fokhol Gård) og Sverige (Ullberga Gård). På landsbasis drives jordbruket i begge land i all hovedsak konvensjonelt. Det er også gjort beregninger av nitrogenoverskuddet relatert til produksjon av næringsmidler i form av energi (kJ) og protein (kg protein). Det viser et mindre overskudd på de to kretsløpsgårdene enn gjennomsnittet for de to landene.



Figur 10. Beregnet nitrogenoverskudd i kg nitrogen (N) per hektar (10 dekar) for norsk jordbruk og Fokhol Gård for perioden 2014-2017, samt for svensk jordbruk og Ullberga Gård i 2017.

Nitrogenoverskudd, matvarer

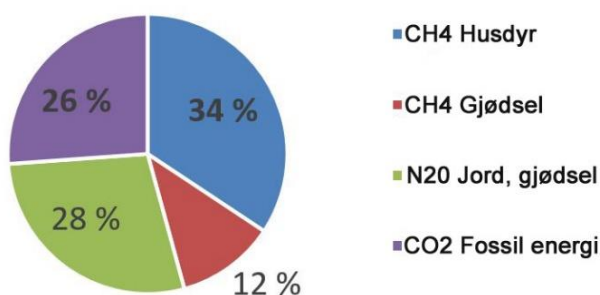


Figur 11. Beregnet nitrogenoverskudd i kg nitrogen (N) per produsert mengde næringsmiddel regnet i energi (GJ) og protein (kg) for norsk jordbruk og Fokhol Gård for perioden 2014-2017, samt for svensk jordbruk og Ullberga Gård i 2017.

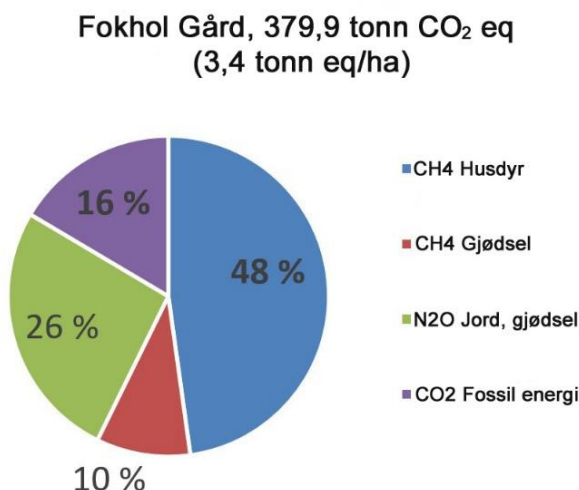
Jordbrukets klimapåvirkning

I figurene 12 og 13 presenteres en beregning av klimapåvirkninger i form av metangass (CH_4), lystgass (N_2O) og karbondioksid (CO_2) fra husdyrenes stoffskifte, gjødselanvendelse (mineralsk og organisk), samt bruken av fossil energi i form av driftsmidler og drivstoff.

Norsk jordbruk, 5,7 mill. tonn CO_2 eq (5,5 tonn eq/ha)



Figur 12. Klimabelastningen fra norsk jordbruksproduksjon per år, inklusive produksjon av gjødsel og bruk av energi, men uten å medregne slitasje på bygninger, maskiner eller arealbruk i land som det importeres planteprodukter fra.



Figur 13. Klimabelastningen av jordbruksproduksjonen på Fokhol Gård, inklusive produksjon av gjødning og bruk av energi, men uten å medregne slitasje på bygninger og maskiner.

Figurene 14-18 viser samlet klimabelastning fra metangass (CH₄), lystgass (N₂O) karbondioksid (CO₂) beregnet i form av karbondioksidekvivalenter (CO₂ eq) for norsk jordbruk og Fokhol Gård i Norge og for svensk jordbruk og Ullberga Gård i Sverige. Klimabelastningen per hektar relatert til mengde næringsmidler i form av energi og protein er lavere for de to kretsløpsgårdene sammenlignet med de nasjonale tallene.

Avgjørende for utslippenes størrelse er husdyrholdets omfang som er større i Norge sammenlignet med Sverige. Dette fører til tilsvarende høyere utslipp per arealenhet av metangass og øvrige biogene utslipp fra dyr og gjødning. Utover dette er det bruken av eksterne ressurser i form av kunstgjødning og import av fôr som har avgjørende betydning.

Dersom man ser bort fra biogene tap av klimagasser fra drøvtyggende dyr er utslipp av klimagasser 2 417 kg CO₂ eq per hektar i norsk jordbruk, sammenholdt med 895 kg eq per hektar på Fokhol Gård, hvilket er mer enn 60 prosent lavere.

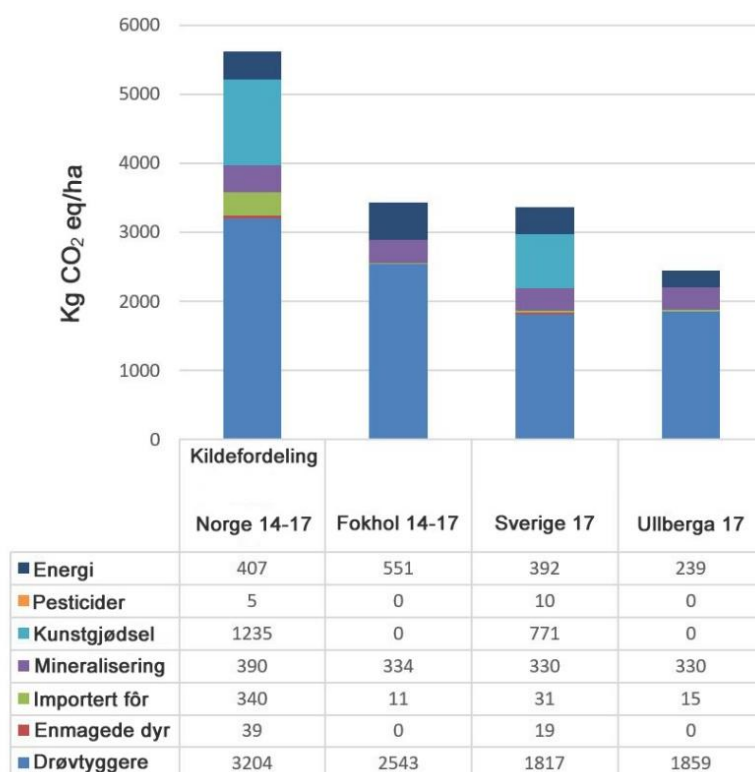
Produktiviteten

Produksjonens størrelse kan måles i kvantiteter i form av ulike produkter, men også i den mengden plantenæringsstoffer som inngår i produktene fra jordbruket. Mengden næringsstoffer i form av energi og protein gir også et grovt anslag av produksjonens størrelse. Det må imidlertid tas forbehold om at den biologiske verdien i energi og protein kan variere. Slike sammenligninger ligger imidlertid utenfor rammen av denne studien.

Omregning til mengde energi og protein i de ulike produktene gjør det mulig å se driftsformer opp mot hverandre. Et eksempel på en slik beregning fremgår av figurene 17 og 18 som viser en inndeling i husdyrproduksjon og samlet næringsmiddelproduksjonen regnet per hektar. Driftsopplegget på Fokhol Gård, med stor grad av allsidighet som omfatter både husdyrprodukter og vegetabiler (herunder matkorn, grønnsaker og poteter), gir en høyere samlet produksjon enn gjennomsnittet for norsk jordbruk.

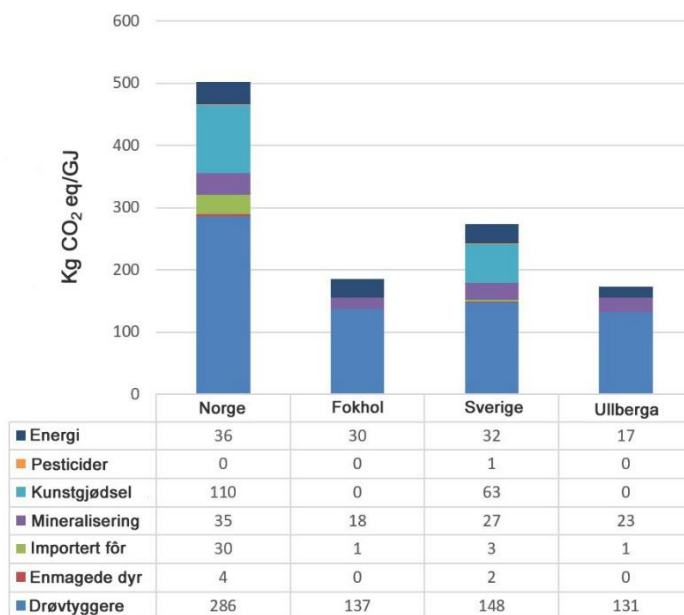
Oppsettet i tabell 1 viser antall forbrukere som skulle kunne forsørges av produksjonen på Fokhol Gård på årsbasis. En beregning av mengden energi og protein i produkter fra gården vises også. Sammensetningen og mengden av enkeltprodukter til forbrukere med et kosthold som i det vesentlige samsvarer med det som produseres i økologisk kretsløpsjordbruk, er hentet fra en forbrukerstudie som ble gjort i tilknytning til Østersjøprosjektet BERAS, og som også er presentert i boken *Morgondagens jordbruk* (se kildehenvisning bakerst i rapporten).

Årlig klimabelastning fra jordbruksdrift



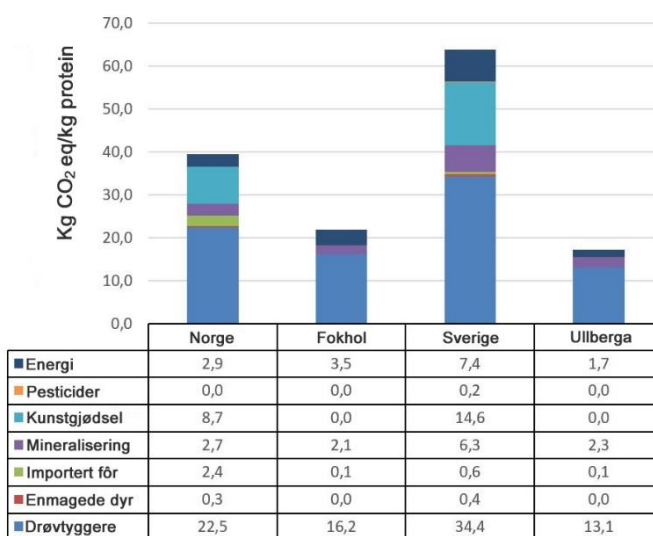
Figur 14. Klimabelastningen regnet per arealenhet, kg CO₂ eq/hektar fra norsk jordbruk (5 620), på Fokhol Gård (3 439), fra svensk jordbruk (3 370) og fra Ullberga Gård (2 443).

Klimabelastning i relasjon til mengde omsettelig energi i næringsmidler

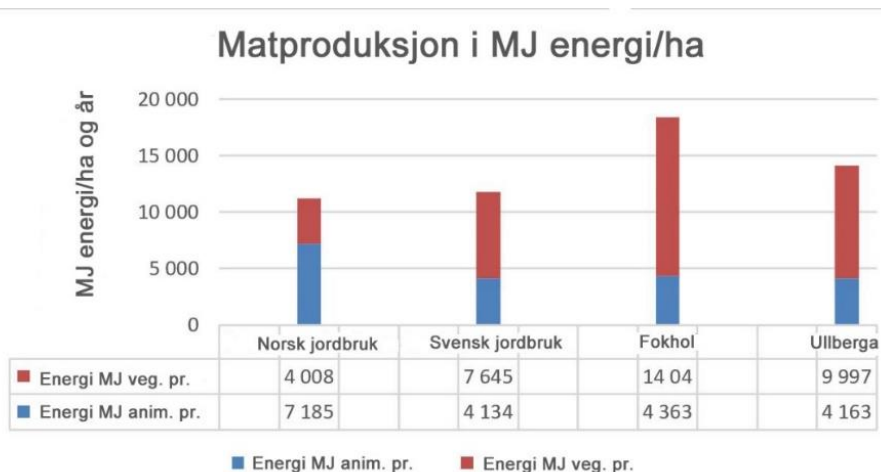


Figur 15. Klimabelastning i relasjon til mengde omsettelig energi i næringsmidler fra jordbruket regnet i kg CO₂ eq/GJ (gigajoule) fra norsk jordbruk (501), fra Fokhol Gård (186), fra svensk jordbruk (276) og fra Ullberga Gård (172).

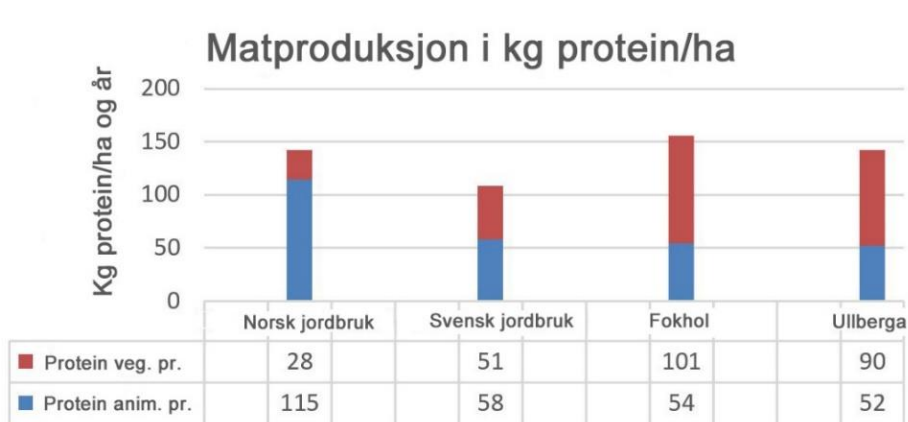
Klimabelastning i relasjon til mengde protein i næringsmidler



Figur 16. Klimabelastning i relasjon til mengde protein i næringsmidler fra jordbruket regnet i CO₂ eq/kg protein fra norsk jordbruk (39,5), fra Fokhol Gård (21,9), fra svensk jordbruk (63,9) og fra Ullberga Gård (17,2).



Figur 17. Produksjonen i jordbruket beregnet som energi (megajoule) per hektar i husdyrprodukter (melk og kjøtt) og vegetabler (matkorn, grønnsaker og poteter) i norsk jordbruk (2014-2017), i svensk jordbruk (2017), på Fokhol Gård (2014-2017) og på Ullberga Gård (2017).



Figur 18. Produksjonen i jordbruket beregnet i protein per hektar i form av husdyrprodukter (melk og kjøtt) og vegetabler (matkorn, grønnsaker og poteter) i norsk jordbruk (2014-2017), i svensk jordbruk (2017), på Fokhol Gård (2014-2017) og på Ullberga Gård (2017).

Tabellen under viser årlig gjennomsnittlig produksjon av næringsmidler på Fokhol Gård, mengde og antall personer som skal kunne forsørges med næringsmidler fra de respektive produktgruppene. Beregningen tar utgangspunkt i et kosthold som i det vesentlige samsvarer med produksjonen i et økologisk kretsløpsjordbruk («øko-kosthold»), i henhold til den nevnte modellen i BERAS-prosjektet.

	Fokhol Gård	«Øko-kosthold»	Antall forbrukere
Matkorn	38 000	112	339
Grønnsaker og rotvekster	97 675	130	751
Poteter	47 000	54	870
Melk	148 716	199	747
Kjøtt	11 289	25	452
Matproduksjon i energi MJ	2 054 500	2 822	728
Matproduksjon i kg protein	17 360 231	26 931	644

Produksjon av næringsmidler i kg, «øko-kosthold» per person og beregnet antall forbrukere.

Diskusjon

Husholdering med plantenæringsstoffer

Plantenæringsstoffbalansene gjenspeiler de prinsipielle forskjellene mellom det norske jordbruket og et økologisk kretsløpsjordbruk, representert gjennom studiet av Fokhol Gård i dette tilfellet. Innretningen i norsk jordbruk er å produsere husdyrprodukter for innenlandsk forbruk med selvforsyning av grovfôr (engvekster og beite), og med en stor andel importerte fôrmidler i form av fôrkorn, oljefrø og soyaprotein.

Dyrking av matkorn skjer i et begrenset omfang i flatbygdsområdene i Sør- og Midt-Norge. Dette gjenspeiles av arealfordelingen med 60 prosent grasdyrking på landsbasis. I Sverige brukes litt i overkant av 50 prosent av samlet jordbruksareal til grasdyrking. På Fokhol Gård brukes i underkant av 30 prosent av arealet til gras (flerårig eng og beiter på fulldyrket jord).

Den norske selvforsyningsgraden av næringsmidler i 2017 var ca. 50 prosent medregnet fisk og 43 prosent for jordbruksprodukter alene, ifølge Helsedirektoratet. Husdyrproduksjonen er imidlertid i vesentlig grad basert på importerte fôrråstoffer. Utover importen av fôr blir det brukt større mengder kunstgjødsel per arealenhet i norsk jordbruk enn f.eks. i Sverige. En sammenstilling av næringsstoffbalanser i jordbruket rapportert til EU (Eurostat), basert på informasjon fra de respektive medlemsland og land med assosiert medlemskap, viser at norsk jordbruk har det største overskuddet av plantenæringsstoffer målt per arealenhet (hektar/dekar).

Som det har framgått under metodebeskrivelsen er det slik at beregninger av skiftebalanser bare omfatter den mengden plantenæringsstoffer som tilføres det enkelte skifte (som biologisk nitrogenfiksering, tilførsler gjennom nedbør, såfrø og tilførte organiske og mineralske gjødselstoffer), og med fradrag av plantenæringsstoffer i produkter som høstes. Dette innebærer at næringstap fra husdyrgjødsel før spredning på jordet ikke medregnes. Innsamlede data for tilførsel og utførsel rapporteres på nasjonale nivåer til EU som sammenstiller nasjonale data for medlemsland og EØS-land.

Fullstendige beregninger av plantenæringsoverskudd forutsetter gårdsbalanser som vist i figur 4, basert på forskjeller mellom samlet tilførsel til en aktuell gård (biologisk nitrogenfiksering, tilførsler med nedbør, innkjøpt såfrø, fôr- og gjødselstoffer) og samlet utførsel fra gården i form av plante- og husdyrprodukter. Metoden er den samme for beregninger på nasjonalt nivå basert på offisiell statistikk omregnet til overskudd per arealenhet som grunnlag for sammenligninger.

Nitrogenoverskuddet på nasjonalt nivå er betydelig lavere i Sverige enn i Norge. Det gjelder både på skiftenivå og på gårdsnivå, og hvor sistnevnte gir et mer fullstendig bilde. I Sverige har reduksjonen i plantenæringsoverskudd vært større enn i Norge etter 1995. Dette har trolig sammenheng med det omfattende arbeidet med plantenæringsbalanser knyttet til det svenske rådgivningsprogrammet *Greppa Näringen*, samt en kraftig økning i arealer som drives økologisk. Arealer omlagt til økologisk produksjon, der det ikke benyttes mineralisk nitrogen gjødsel, viste en økning i Sverige fra 2,7 prosent av samlet jordbruksareal i 1995 til 17 prosent i 2015. Omlagt areal i Sverige er nå nesten 20 prosent (2020). Tilsvarende utvikling i Norge viser en økning fra 0,5 til 5 prosent fra 1995 til 2015 (SSB, Norge 2018). I senere tid har det vært en nedgang, og 4,2 prosent av jordbruksarealet i Norge var økologisk i 2019.

Nitrogenoverskuddet på gårdsnivå på Fokhol Gård i perioden 2014-2017 var 55 prosent lavere enn gjennomsnittet for norsk jordbruk, jf. figurene 8, 9 og 10. Nitrogenbalansen påvirkes av endringer i jordens innhold av organisk materiale, som igjen har sammenheng med dyrkingssystemet. En økning av det organiske innholdet fører til en immobilisering eller binding av nitrogen slik at nitrogenoverskuddet reduseres, mens det motsatte er tilfellet når mengden av organisk innhold avtar. Da frigjøres det i stedet nitrogen og nitrogenoverskuddet øker.

Nitrogenoverskuddet var også lavere på Fokhol Gård sammenlignet med norsk jordbruk beregnet per Gigajoule energi og per tonn protein i produserte næringsmidler, jf. Figur 11. I Østersjøprosjektet BERAS ble det vist at med et større husdyrhold med tilhørende større innkjøp av fôr øker overskuddet av næringsstoffer også på en økologisk gård. Slike økologiske driftsopplegg fyller ikke kriteriene for det som her er benevnt som økologisk kretsløpsjordbruk.

Når det gjelder forsyning av mineralske plantenæringsstoffer er det registrert et årlig underskudd av både fosfor og kalium på Fokhol Gård vurdert i forhold til det som tas ut i avlinger. Erfaringer fra langvarige forsøk viser at dette ikke nødvendigvis resulterer i synkende mengder tilgjengelig plantenæring i jorden. Tvert imot er det i mange tilfeller målt en økning over tid. Dette er blitt tolket som et resultat av dyptgående rotsystem hos engvekster, jordkjemiske og biologiske prosesser som gjennom tilrettelagte dyrkingsopplegg fremmer frigjøring av bundne mineralressurser og en transport av næringsstoffer oppover i jordprofilen. På Fokhol Gård har det heller ikke blitt påvist noen reduksjon av disse plantenæringsstoffene i jordprøver som har blitt analysert.

Et driftsopplegg med selvforsyning av fôr, og en betydelig andel arealer med plantedyrking direkte til konsum, skiller Fokhol Gård og andre økologiske og biodynamiske kretsløpsgårder fra det øvrige jordbruket som er innrettet mot mer spesialiserte driftsopplegg med adskilt husdyrhold og plantedyrking. Studier som sammenligner økologisk og konvensjonell drift kan bli misvisende dersom det ikke tas hensyn til i hvilken grad gårdene oppfyller krav til kretsløpsprinsipper.

Jordbrukets klimapåvirkning

I litteraturstudien som ligger til grunn for denne rapporten *) ble det konkludert med at i de fleste metaanalyser der klimagassutslipp fra ulike driftsformer er sammenlignet, er det påvist lavere klimabelastning fra økologisk drift sammenlignet med konvensjonell drift regnet per arealenhet dyrket jord. Utslipp per produsert mengde var derimot høyere i økologiske driftsopplegg. I studien beskrives også store forskjeller mellom gårder og driftsformer, og hvordan ulike dyrkingstiltak påvirker resultatene i ulike dyrkingssystemer som er sammenlignet.

Økologiske kretsløpsgårder, som Fokhol Gård, er basert på sirkulære produksjonslinjer med allsidig vekstskifte, selvforsyning av fôr og en betydelig andel arealer med plantedyrking direkte til konsum. Det øvrige jordbruket er innrettet mot mer spesialiserte driftsopplegg, basert på lineære produksjonslinjer med adskilt husdyrhold og dyrking av matvekster. Spesialiserte økologiske driftsopplegg derimot, som tenderer mot mer ensidige driftsopplegg, oppfyller ikke de krav som betegner kretsløpsgård i denne studien. I sistnevnte tilfelle er det mindre forskjeller mellom økologisk og konvensjonell drift, både når det gjelder tap av næringsstoffer til omgivelsene og klimabelastning. Biodynamisk drift skiller seg fra øvrig økologisk drift i de tilfeller der siktemålet utelukkende er å oppfylle minstekrav for sertifisering.

Klimabelastningen av driften på Fokhol Gård viser seg å være nesten 40 prosent lavere per arealenhet sett opp mot et samlet norsk jordbruk. Dette gjelder også når klimabelastningen relateres til mengden produserte næringsmidler i form av energi og protein. Studien viser at klimagassutslippet på Fokhol Gård er mer enn 60 prosent lavere relatert til produktenes energiinnhold, og om lag 45 prosent lavere relatert til mengde produsert protein. Et mer begrenset husdyrhold og en mer omfattende produksjon av planteprodukter direkte til konsum, bidrar til redusert klimapåvirkning vurdert i forhold til gjennomsnittet for et samlet norsk jordbruk.

Den reduserte klimabelastningen er, i likhet med reduserte tap av plantenæringsstoffer, en direkte konsekvens av den høye selvforsyningsgraden med liten tilførsel av eksterne ressurser og et betydelig mindre omfattende husdyrhold som er tilpasset egen fôrproduksjon. Denne forskjellen er av prinsipiell karakter og samsvarer godt med resultater fra Østersjøprosjektet BERAS.

Biogene utslipp (utslipp fra organiske prosesser) på gården stilt opp mot utslipp fra eksterne ressurser

Det er en prinsipiell forskjell mellom utslipp av karbondioksid, metangass og lystgass forårsaket av industrielt produserte innsatsfaktorer og ressurser, sammenlignet med biogene utslipp knyttet til organiske prosesser i jord, ved plantedyrking og fra grovfôretende dyr, jf. figur 12 og 13. Metangassen i atmosfæren brytes ned i løpet av 8-12 år (IPCC 2013). Karbondioksid har en typisk levetid i atmosfæren på 300 år, men mange faktorer spiller inn. Lystgass er

en langt sterkere klimagass enn karbondioksid (vanligvis regnet til 265 ganger sterkere), og i Norge kommer mesteparten av lystgassutslippene fra landbruket og primært fra produksjon og bruk av nitrogenbasert kunstgjødsel (rundt 75 prosent). FNs klimapanel IPCC antar nå at lystgassutslippene ved biologisk nitrogenfiksering er så små at de kan settes til null.

Konstante utslipp av karbondioksid fører derfor til en akkumulering av karbondioksid i atmosfæren, mens konstante utslipp av metan gir en mer konstant konsentrasjon. Klimapåvirkningen er dermed vesentlig forskjellig for metan, karbondioksid og lystgass.

På Fokhol Gård utgjør metangass ca. 58 prosent av det samlede utslippet av klimagasser regnet i karbondioksidekvivalenter. Konstante utslipp av biogen metangass bidrar ikke til global oppvarming på samme måte som karbondioksid og lystgass. Produksjon av melk og kjøtt tilpasset et vekstskifte basert på økologiske kretsløpsprinsipper, som på Fokhol Gård, vil dessuten føre til reduserte utslipp av metangass sammenlignet med gjennomsnittlige utslipp fra norsk jordbruk.

Beregninger av utslipp utelukkende fra fossile energikilder viser at klimabelastningen fra produksjonen på Fokhol Gård er mer enn 60 prosent lavere enn gjennomsnittet for norsk jordbruk.

Jorden som karbonlager

Engdyrking, som på Fokhol Gård, med tilførsel til jorden av husdyrgjødsel, planterester og rotbiomasse etter høsting, fører til binding av karbon i den organiske substansen. Ved gjennomsnittlige engavlinger på 520 kg per dekar vil bindingen kunne tilsvare 0,34 tonn karbondioksidekvivalenter per dekar og år (Granstedt 2020). Dette forutsetter at engarealene pløyes eller at planterester og røtter innarbeides i jorden med annen jordarbeidingsredskap.

Nydannet organisk materiale brytes relativt raskt ned i en tidlig fase. Men i et langsiktig perspektiv øker det organiske innholdet i jorden ved dyrking av engvekster. Dette er godt dokumentert i langvarige forsøk (Johnston and Poulton, 2018). Langvarige, sammenlignende dyrkingsforsøk har også vist en positiv effekt på humusdannelse og binding av organisk bundet karbon som en følge av spesifikke tiltak knyttet til biodynamisk drift (Granstedt & Kjellenberg, 2018). Langvarige forsøk på den økologiske kretsløpsgården Skilleby Gård i Sverige har dessuten vist at humusinnhold og binding av karbon i jord kan øke med mellom 0,16 og 0,19 tonn karbondioksidekvivalenter per dekar og år ved bruk av kompostert gjødsel. Disse forsøkene, og andre resultater fra langvarige, sammenlignende studier av jordfruktbarhet i Sverige, viser at dannelsen av humus også foregår i undergrunnsjorden, avhengig av hvor langt røttene når ned i jordprofilen (Kätterer, 2019). Jordens struktur og porevolum under matjordlaget er av stor betydning for røttenes mulighet til å trenge ned, og for humusdannelsen som dette fører til i dypereliggende jordlag.

Utslipp av klimagasser fra husdyrholdet på en økologisk kretsløpsgård antas derfor å bli kompensert, helt eller delvis, av en forsterket humusdannelse i jordens ulike sikt. Det er imidlertid et stort behov for fortsatt forskning på dette området. Gårder, som over lang tid har blitt drevet økologisk eller biodynamisk, utgjør et stort potensial med sikte på inngående studier av jord ut fra dette perspektivet.

Produksjonen på Fokhol Gård

Produksjonen av næringsmidler på Fokhol Gård ligger på et høyt nivå regnet som energi og protein i plante- og husdyrprodukter, jf. figur 17 og 18. Dette kan til en viss grad tilskrives de gode dyrkingsbetingelsene i det området som Fokhol Gård tilhører. Men det er utvilsomt også et resultat av et driftsopplegg med kombinert plantedyrking og husdyrhold, og med et tilpasset vekstskifte der nærende og tærende vekster avløser hverandre. Slike kretsløp, der kompostering av gjødsel etter biodynamiske prinsipper også inngår, tar vare på plantenæringsstoffer og styrker jordens fruktbarhet.

Et forhold som bidrar til gårdens produktivitet er dyrking av grønnsaker, rotfrukter, og poteter. Et tilsvarende driftsopplegg som på Fokhol Gård bør langt på vei kunne være mulig flere steder i landet, selv om det kan hevdes at forutsetningene er spesielt gunstige på Fokhol Gård.

Regnet ut fra mengde omsettelig energi vil Fokhol Gård kunne forsyne flere enn 700 personer på årsbasis, og nærmere 650 personer regnet ut fra proteinbehovet per person. Forutsetningen for dette er en omlegging av kostholdet tilsvarende gårdens allsidige produksjon av grovfôrbasert melk og kjøtt, dyrking av matkorn og andre kornprodukter, samt grønnsaker, rotvekster og poteter, jf. tabell 1. Muligheter knyttet til denne formen for et økologisk tilpasset kosthold er dokumentert i BERAS-prosjektet som er nærmere beskrevet i boken *Morgondagens jordbruk* (Granstedt, 2018). Et slikt kosthold innebærer mer enn en halvering av dagens kjøttforbruk. Kjøtt fra ensidig og storskalaproduksjon av slaktegris og fjørfe, basert på korn og importert kraftfôr, inngår ikke i et slikt kosthold.

Forbruk av kjøtt og melk knyttet til et slikt økologisk kretsløpsscenario er basert på erfaring og kunnskap om hva som må produseres av grovfôr som et nødvendig innslag i et velfungerende, økologisk vekstskifte. En liten økning av proteinvekster til konsum ville ytterligere kunne forsterke muligheter for å forsørge et større antall personer med mat. Det reduserte kjøttforbruket kompenseres av et større forbruk av vegetabilier.

Tilpasset til andre jordbruksområder i Norge ville slike driftsopplegg kunne bidra til å øke den nasjonale selvforsyningen av næringsmidler basert på lokale og fornybare ressurser. Dette vil også understøtte målet om å redusere belastningen av klimagasser i alle sektorer i samfunnet med minst 80 prosent.

Avsluttende kommentarer

Dagens dominerende driftsformer i jordbruket, med et omfattende husdyrhold basert på innkjøp av delvis importerte fôrmidler og en planteproduksjon basert på kunstgjødsel og kjemiske plantevernmidler, fører samlet sett til store overskudd av plantenæringsstoffer som belaster miljøet og som har en stor negativ klimapåvirkning. Høy selvforsyningsgrad av fôr og plantenæringsstoffer på gårder i samarbeid eller på enkeltgårder, som Fokhol Gård, fører til lavere plantenæringsoverskudd og en lavere klimabelastning sammenlignet med nivået i norsk jordbruk generelt. Forskjellene forsterkes ved et mindre omfattende husdyrhold enn i dagens konvensjonelle jordbruk.

Studien av Fokhol Gård i perioden 2014-2017 viser potensialet til å nå klimamål for matproduksjonsområdet gjennom en omstilling av jordbruket til allsidig produksjon av vegetabler og et grovfôrbasert husdyrhold som produserer både melk og kjøtt. Grunnbetingelsene er innenfor rammen av det som må gjelde for en fremtidig og bærekraftig matproduksjon, basert på allsidighet som er tilpasset det enkelte gårdsbruk. I dette ligger det en balanse mellom tærende vekster og humusoppbyggende engvekster med innslag av belgvekster, og et kosthold som i store trekk er i samsvar med slike driftsopplegg.

Endrede driftsopplegg i jordbruket, med Fokhol Gård og lignende gårder som eksempler, vil også bidra til å redusere andre trusler mot matjorden og mot vår felles fremtid. Dette gjelder særlig utarming av det biologiske mangfoldet og svekkelsen av matjordens fruktbarhet i et langsiktig perspektiv. Også problemer knyttet til gjødselavrenning til vassdrag og hav vil bli redusert, og likedan forbruket av ikke-fornybare naturressurser.

Dessuten vil andre aspekter, som ikke behandles i denne studien, kunne påvirkes på en positiv måte dersom driftsopplegg og dyrkingssystemer i jordbruket endres i tråd med resultater fra denne studien. Her skal nevnes dyrevelferd, ernærings- og helsekvalitet i næringsmidler, samt kulturelle og sosiale verdier knyttet til tradisjoner i jordbruket og på landsbygden.

Hovedkilder

Uthållig matförsörjning med hänsyn till
näringshushållning och klimat
- studier av den biodynamiska kretsloppsgården
Fokhol och norskt jordbruk 2014–2017

Nordisk Forskningsring för
Biodynamisk Odling, 2020
artur.granstedt@jdb.se
ISBN 978-91-519-4982-6

Økologisk landbruk og klimagasser
- Metan, lystgass og CO₂

Grete Lene Serikstad, 2018.
NORSØK rapport, Vol. 3,
NR 2.

Morgondagens jordbruk
- med fokus på Östersjön

Artur Granstedt, 2012
ISBN 91-975017-2-7